

Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 7-224875 A

Publication date: August 22, 1995

Applicant: TORAY IND INC

Title: IMPACT ENERGY ABSORBING APPARATUS

5

(57) [Abstract]

[Object] To provide a structure of an impact energy absorbing apparatus that uses an FRP energy absorbing member that can efficiently absorb energy, and more particularly, to a concrete structure of an impact energy absorbing apparatus which is developed in various fields.

10 [Configuration] A glider 1, a guardrail, a vehicle stopper apparatus, a boat, a ropeway gondola, an elevator case, and an elevator apparatus in which an FRP energy absorbing member 3 that absorbs impact energy by its own compression failure is disposed in a direction opposed to an impact force load direction.

[Scope of Claims for Patent]

20 [Claim 1] An impact energy absorbing apparatus, wherein an FRP energy absorbing member that moderates an impact force from outside by its own compression failure is provided on an apparatus main body so as to be opposed to an impact force load direction.

[Claim 2] A glider, wherein FRP energy absorbing members are respectively provided in front of and below a cockpit such as to extend forward and downward of the glider.

[Claim 3] A guardrail consisting of a stretched wire and  
5 provided on a road, wherein an FRP energy absorbing member is provided on the wire such that the FRP energy absorbing member is oriented toward a stretching direction of the wire.

[Claim 4] A vehicle stopper apparatus provided on a  
10 railroad, wherein an FRP energy absorbing member is provided on the vehicle stopper apparatus so as to be opposed to an impact force load direction from a vehicle.

[Claim 5] A boat, wherein an FRP energy absorbing member is provided at least at its bow so as to be opposed to an  
15 impact force load direction at the time of collision.

[Claim 6] A ropeway gondola, wherein an FRP energy absorbing member is provided below a floor of a main body of the gondola so as to be opposed to an impact force load direction at the time of dropping and crashing.

[Claim 7] An elevator case, wherein a vertically extending  
20 FRP energy absorbing member is provided below a floor of a main body of the case.

[Claim 8] An elevator apparatus, wherein a vertically extending FRP energy absorbing member is provided on a  
25 bottom surface of a pit of the elevator.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The present invention relates to an impact energy  
5 absorbing apparatus using an FRP (fiber reinforced plastic)  
energy absorbing member which can be applied to various  
fields.

[0002]

[Background Art] Energy absorbing members that absorb  
10 impact energy are used around a seat of an aircraft, around  
a seat of an automobile, around a bumper, around a steering  
wheel, and various kinds of structure members (Japanese  
Patent Applications Laid-Open Nos. S60-109630 and S62-  
17438). It is necessary that the energy absorbing member  
15 can excellently absorb impact energy, and the energy  
absorbing member is light in weight and has high rigidity.  
Thus, a composite material of resin and reinforcing fiber,  
a so-called FRP, and especially a carbon fiber reinforced  
plastic (CFRP) material is suitable for the energy  
20 absorbing member.

[0003]

[Problem to be Solved by the Invention]

In the impact energy absorbing apparatus using such an  
FRP energy absorbing member, disposition of the energy  
25 absorbing member and the structure of the entire apparatus

is not yet sufficiently studied, and the impact energy absorbing apparatus has not yet sufficiently developed into practical use in various industrial fields.

[0004] It is an object of the present invention to

5 provide a structure of an impact energy absorbing apparatus that makes an FRP energy absorbing member efficiently absorb energy, and to provide a more concrete structure developed into various fields.

[0005]

10 [Means for Solving Problem] To achieve the above object, claim 1 of the present invention provides an impact energy absorbing apparatus, wherein an FRP energy absorbing member that moderates an impact force from outside by its own compression failure is provided on an apparatus main body  
15 so as to be opposed to an impact force load direction.

[0006] The impact energy absorbing apparatus of the invention can be developed into various moving bodies on which people ride, and the impact energy absorbing apparatus is extremely effective for securing safety of a  
20 passenger as much as possible when abnormal impact energy is generated in the moving body. That is, claim 2 of the invention provides a glider, wherein FRP energy absorbing members are respectively provided in front of and below a cockpit such as to extend forward and downward of the  
25 glider.

[0007] Claim 3 of the invention provides a guardrail consisting of a stretched wire and provided on a road, wherein an FRP energy absorbing member is provided on the wire such that the FRP energy absorbing member is oriented  
5 toward a stretching direction of the wire.

[0008] Claim 4 of the invention provides a vehicle stopper apparatus provided on a railroad, wherein an FRP energy absorbing member is provided on the vehicle stopper apparatus so as to be opposed to an impact force load  
10 direction from a vehicle.

[0009] Claim 5 of the invention provides a boat, wherein an FRP energy absorbing member is provided at least at its bow so as to be opposed to an impact force load direction at the time of collision. The invention can be applied to  
15 a small high speed boat for example.

[0010] Claim 6 of the invention provides a ropeway gondola, wherein an FRP energy absorbing member is provided below a floor of a main body of the gondola so as to be opposed to an impact force load direction at the time of  
20 dropping and crashing.

[0011] Claim 7 of the invention provides an elevator case, wherein a vertically extending FRP energy absorbing member is provided below a floor of a main body of the case.

[0012] Claim 8 of the invention provides an elevator  
25 apparatus, wherein a vertically extending FRP energy

absorbing member is provided on a bottom surface of a pit of the elevator.

[0013] The energy absorbing member includes, for example, a cylindrical FRP energy absorbing member. Preferably, the energy absorbing member includes, at least at its longitudinally one end, a trigger which is an origin of a compression failure of the energy absorbing member itself. The trigger is formed, for example, by tapering a tip end of the FRP cylindrical member such that the thickness thereof is reduced, or by embedding a different kind member (e.g., mold releasing film) for assisting delamination between the reinforcing fiber layers so that delamination of the layers of the FRP cylindrical member can be carried out easily at its tip end.

[0014] In the FRP energy absorbing member, it is preferable that the fracture ductility of resin is greater than that of the reinforcing fiber. For example, it is preferable that the fracture ductility of resin is one to four times greater than that of the reinforcing fiber. With this, energy can be absorbed efficiently.

[0015] It is preferable that energy releasing ratio  $G_{IC}$  of resin is  $100\text{J/m}^2$  or higher. The energy releasing ratio  $G_{IC}$  is measured based on a compact test (CT) standard: ASTM-E-399, and the energy releasing ratio  $G_{IC}$  is a energy releasing ratio when resin itself is torn off. If the

energy releasing ratio  $G_{IC}$  is less than  $100\text{J/m}^2$ , the resin itself is torn off relatively easily, and it becomes difficult to achieve high energy absorbing ability. If the energy releasing ratio  $G_{IC}$  is set to  $100\text{J/m}^2$  or higher, excellent energy absorbing ability can be exhibited.

[0016]

[Function] In the impact energy absorbing apparatus, when an impact force is applied to the apparatus main body from outside (including both cases when the apparatus main body collides against another object and when another object collides against the apparatus main body) at the time of various abnormal incidents, since the impact energy absorbing apparatus includes the FRP energy absorbing member that moderates the impact force from outside material through its own compression failure in the direction opposed to the impact force load direction, the energy absorbing member can efficiently start the compression failure, and can absorb the impact energy most effectively. Therefore, when the impact energy is transmitted to a passenger or the like, the transmitted impact energy can be suppressed to the minimum value.

[0017] For the glider, since the FRP energy absorbing member is provided in front of and below the cockpit, the impact energy is efficiently absorbed by the energy absorbing member at the time of belly-landing, and an

impact force to be applied to a pilot is efficiently moderated.

[0018] For the guardrail, if an automobile runs in a wrong direction and collides against a wire of the guardrail, impact tension force is applied to the wire. Since the FRP energy absorbing member is disposed in the tension direction of the wire, the impact compression load (i.e., impact wire tension load) is received by the energy absorbing member most effectively, and the impact energy is effectively absorbed through the compression failure of the energy absorbing member itself.

[0019] For the vehicle stopper apparatus, when a vehicle runs toward the apparatus and collides against the apparatus, an impact load is applied to the apparatus. However, since the FRP energy absorbing member is disposed so as to be opposed to the impact force load direction, the impact energy is applied to the energy absorbing member most efficiently, and the impact energy is effectively absorbed through the compression failure of the energy absorbing member itself.

[0020] For the boat, when the boat collides against another boat or a quay, although an impact force is applied to the boat mainly from its bow, since the FRP energy absorbing member is provided at least at the bow of the boat so as to be opposed to the impact force load direction, the

impact energy is efficiently and effectively absorbed by this portion, and the impact energy to be transmitted to other portions of the boat is largely moderated.

[0021] For the ropeway gondola, when the gondola drops  
5 and crashes to the ground due to any reason, it is  
estimated that an impact force is transmitted from a floor surface of the gondola to the main body of the gondola and to an interior thereof. Since the FRP energy absorbing member is provided below the floor of the main body of the  
10 gondola so as to be opposed to the impact force load direction, the impact energy is absorbed efficiently and effectively by this portion, and the impact energy to be transmitted to the other portions and the interior of the gondola is suppressed to the minimum level.

15 [0022] For the elevator case, when the case drops and crashes due to any reason, although an impact force is transmitted from its floor surface to a main body and an interior of the case, since the vertically extending FRP energy absorbing member is provided below the floor of the  
20 main body of the case, the impact energy is absorbed efficiently and effectively by this portion, and the impact energy to be transmitted to the other portions and the interior of the case is suppressed to the minimum level.

[0023] For the elevator apparatus, when the elevator  
25 case drops and crashes due to any reason, although a bottom

surface of the case and a bottom surface of an elevator pit collide against each other, since the vertically extending FRP energy absorbing member is provided on the bottom surface of the elevator pit, the impact energy is  
5 efficiently and effectively absorbed by this portion through the compression failure of the energy absorbing member, and the impact force to be applied to the elevator case is largely moderated.

[0024]

10 [Embodiments] Concrete embodiments of an impact energy absorbing apparatus according to the present invention will be explained with reference to the accompanying drawings. Figs. 1 and 2 depict one embodiment of a glider according to the invention. In Fig. 2, a reference symbol 1  
15 represents the entire glider 1. The glider 1 includes a cockpit 2 on which at least one pilot can board. As shown in Fig. 2, a plurality of FRP energy absorbing members 3 are provided in at least front of and below the cockpit 2 such as to extend forward and downward of the glider 1.

20 [0025] The energy absorbing member 3 is formed as shown in Fig. 3. The energy absorbing member 3 consists of an FRP cylindrical member (circular cylinder), and absorbs an impact energy through compression failure of the energy absorbing member 3 itself. In this embodiment, a support  
25 member 4 is mounted on a bottom of the energy absorbing

member 3 in the longitudinal direction, and a push member 5 is provided at an upper end of the energy absorbing member 3. The impact energy is transmitted to the energy absorbing member 3 through the push member 5. A tip end (upper end) of the energy absorbing member 3 is tapered, thereby forming a trigger which functions as a starting point of failure such that a predetermined failure starts smoothly in a preferable manner. The shape of the FRP energy absorbing member is not limited to that shown in Fig. 3, and the shape may be a flat plate shape other than the cylindrical shape, and the cross sectional shape may be different.

[0026] The FRP constituting the energy absorbing member 3 is a composite material of reinforcing fiber and matrix resin. Examples of the matrix resin constituting the FRP energy absorbing member are thermosetting resins such as epoxy resin, phenol resin, polyimide resin, vinyl ester resin, and unsaturated polyester, and thermoplastic resins such as polyamide resin, polycarbonate resin, and polyetherimide resin. Although carbon fiber is preferable as the reinforcing fiber, the reinforcing fiber is not limited to this. Glass fiber, aramid fiber, and the like can also be used as the reinforcing fiber, or they may be used in combination. The mode of the reinforcing fiber is not limited. The reinforcing fiber may be a unidirectional

layer, intersecting laminated layers, a plurality of laminated layers, or a web mode.

[0027] In such a glider, when an abnormal incident occurs, the cockpit 2 and a passenger such as the pilot in the cockpit 2 are protected effectively from the impact force. At the time of belly-landing for example, an impact force is applied to the cockpit 2 from front and below thereof. The impact forces in these directions are applied to the energy absorbing members 3 as impact compression loads, and compression failure of the energy absorbing member 3 itself is induced. The impact energy is effectively absorbed by the compression failure. Since the disposition direction of the energy absorbing member 3 and the impact force applying direction are substantially the same, the impact force is moderated most efficiently.

[0028] Figs. 4 and 5 depict one embodiment of the guardrail according to the present invention. In Fig. 4, a reference symbol 11 represents the entire guardrail disposed on an outer edge of a road. A plurality of wires 12 are stretched as the guardrail 11. Energy absorbing boxes 13 are provided at appropriate locations of the stretched wires 12.

[0029] As shown in Fig. 5, a cylindrical FRP energy absorbing member 14 is provided in each energy absorbing box 13. One end of a wire 12a is fixed to one end of the

energy absorbing box 13, and a push member 15 is fixed to one end of another wire 12b. The wire 12b is inserted through a hole 13b formed in one bottom wall 13a of the energy absorbing box 13, and is inserted through a hollow  
5 portion of the energy absorbing member 14 and then fixed to the push member 15.

[0030] The wires 12a and 12b of the guardrail 11 are usually stretched with a predetermined tension. Thus, the bottom surface of the FRP energy absorbing member 14 abuts  
10 against a bottom wall 13a of the energy absorbing box 13, and a trigger 14a on the opposite tip end abuts against the push member 15.

[0031] In this state, if an automobile running in a wrong direction collides against the guardrail 11, an  
15 impact tension force is applied to the wires 12. At that time, an impact compression load is applied to the FRP energy absorbing member 14 between the bottom wall 13a of the energy absorbing box 13 and the push member 15. This impact compression energy is effectively absorbed through  
20 the compression failure of the FRP energy absorbing member 14 itself. The compression failure smoothly proceeds from the trigger 14a. Since the energy absorbing member 14 is oriented in the direction opposed to the compression load direction, the impact tension force applied to the wire is  
25 most efficiently moderated. The structure of the FRP

energy absorbing member 14 is the same as that shown in Fig. 3.

[0032] Fig. 6 depicts one embodiment of the vehicle stopper apparatus of the invention. In Fig. 6, a reference symbol 21 represents the entire vehicle stopper apparatus disposed at a terminal of a railroad. The vehicle stopper apparatus includes a front block body 22 disposed on the side of an approaching vehicle, and a base block body 23 on the rear side. A plurality of FRP energy absorbing members 24 are disposed between the front block body 22 and the base block body 23. Each of the energy absorbing members 24 is disposed in a direction opposed to the impact force load direction from the approaching vehicle. The structure of the energy absorbing member 24 is the same as that shown in Fig. 3.

[0033] In such a vehicle stopper apparatus 21, when a vehicle collides against the front block body 22, since the base block body 23 is fixed, a compression impact load is applied to the FRP energy absorbing member 24. This impact load is effectively moderated through the compression failure of the energy absorbing member 24 itself. Since the FRP energy absorbing member 24 is disposed in the direction opposed to the impact load, the impact energy is most efficiently absorbed.

[0034] Fig. 7 depicts one embodiment of the boat according to the invention, and the invention is applied to a small high speed boat. In Fig. 7, a reference symbol 31 represents the entire small high speed boat (motor boat).  
5 A plurality of FRP energy absorbing members 32 are provided on a bow 33 of a boat body of the small high speed boat such that the FRP energy absorbing members 32 are directed to be opposed to the impact force load direction at the time of collision, i.e., forward. In this embodiment, a  
10 cabin 34 is provided on a front side of the boat body, and the energy absorbing members 32 are provided on the front side. The structure of the energy absorbing member 32 itself is the same as that shown in Fig. 3.

[0035] When the small high speed boat 31 collides  
15 against another boat or a quay, an impact force is applied to the entire boat or the cabin 34 mainly from its bow 33. However, since the bow 33 of the boat includes the FRP energy absorbing members 32 directed to be opposed to the impact force, the impact energy is efficiently and  
20 effectively absorbed through the compression failure of the energy absorbing members 32, and the impact force to be applied to, for example, the cabin 34 is largely moderated.

[0036] Fig. 8 depicts one embodiment of the ropeway gondola of the invention. In Fig. 8, a reference symbol 41  
25 represents the entire ropeway gondola. A plurality of FRP

energy absorbing members 44 are disposed on a floor 43 of a gondola main body 42 in a direction (mainly in the vertical direction but other directions may be added) opposed to an impact force load direction when the gondola drops and  
5 crashes. A floorboard 45 is supported through the FRP energy absorbing members 44 such that the floorboard 45 can move relative to a bottom plate 42a of the gondola main body 42. The structure of the energy absorbing member 44 is the same as that shown in Fig. 3.

10 [0037] When the ropeway gondola 41 drops and crashes to the ground due to any reason, it is estimated that an impact force is transmitted from its bottom surface to an interior of the main body 42 of the gondola. Since the FRP energy absorbing members 44 are disposed on the floor 43 of  
15 the gondola main body 42 in the direction opposed to the impact force, the impact energy is efficiently and effectively absorbed through the compression failure of the energy absorbing member 44 at this portion. As a result, the impact energy to be transmitted to the interior of the  
20 gondola main body 42 is suppressed to the minimum level.

[0038] Fig. 9 depicts one embodiment of the elevator case of the invention. In Fig. 9, a reference symbol 51 represents the entire elevator case. A wire 53 is connected to an upper end of a case main body 52. A  
25 plurality of vertically extending FRP energy absorbing

members 56 are disposed on a floor 54 of the case main body 52 between a floorboard 55 and a bottom plate 52a of the case main body 52. The floorboard 55 is supported by the energy absorbing members 56 such that the floorboard 55 can  
5 move relative to the bottom plate 52a. The structure of the energy absorbing member 56 is the same as that shown in Fig. 3.

[0039] When the elevator case 51 drops down due to any reason, an impact force is transmitted into the case main  
10 body 52 from the bottom plate 52a. Since the FRP energy absorbing members 56 are disposed on the floor 54 of the case main body 52 so as to be opposed to the impact force, the impact energy is efficiently and effectively absorbed through the compression failure of the energy absorbing  
15 members 56 at this portion. As a result, the impact energy to be transmitted to the floorboard 55 is suppressed to the minimum level.

[0040] Fig. 10 depicts one embodiment of the elevator apparatus of the invention. In the Fig. 10, a reference  
20 symbol 61 represents the entire elevator apparatus, 62 represents an elevator case, and 63 represents an elevator pit. A plurality of vertically extending FRP energy absorbing members 65 stand on a bottom surface 64 of the elevator pit 63, and a push plate 66 is provided on the FRP

energy absorbing members. The structure of the energy absorbing member 65 is the same as that shown in Fig. 3.

[0041] In the elevator apparatus 61, when the elevator case 62 drop down due to any reason, the bottom surface of the case 62 and the push plate 66 collide against each other. Since the vertically extending FRP energy absorbing members 65 stand on the lower side of the push plate 66, the impact energy is efficiently and effectively absorbed through the compression failure of the energy absorbing members 65. As a result, the impact energy to be applied to the elevator case 62 is suppressed to the minimum level.

[0042] If the structure of the elevator case shown in Fig. 9 and the structure of the elevator apparatus shown in Fig. 10 are combined with each other, an impact force can be moderated more excellently.

[0043]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the impact energy absorbing apparatus of the invention which can be developed in various fields, an impact energy applied to the apparatus when an abnormal incident occurs can extremely efficiently and effectively be absorbed.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a schematic partial vertical cross section of a glider according to one embodiment of the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is a perspective view of the entire glider shown in Fig. 1.

[Fig. 3] Fig. 3 is an enlarged vertical cross section of an energy absorbing member shown in Fig. 1.

5 [Fig. 4] Fig. 4 is a front view of a guardrail of another embodiment of the invention.

[Fig. 5] Fig. 5 is an enlarged partial cross section of the guardrail shown in Fig. 4.

[Fig. 6] Fig. 6 is a side view of a vehicle stopper  
10 apparatus according to still another embodiment of the invention.

[Fig. 7] Fig. 7 is a schematic vertical cross section of a boat of yet another embodiment of the invention.

[Fig. 8] Fig. 8 is a schematic vertical cross section of a  
15 ropeway gondola of still yet another embodiment of the invention.

[Fig. 9] Fig. 9 is a schematic vertical cross section of an elevator case of still yet another embodiment of the invention.

20 [Fig. 10] Fig. 10 is a schematic partial vertical cross section of an elevator apparatus of still yet another embodiment of the invention.

[Explanations of Letters or Numerals]

1 Glider  
25 2 Cockpit

|    |                           |                                    |
|----|---------------------------|------------------------------------|
|    | 3, 14, 24, 32, 44, 56, 65 | FRP energy absorbing members       |
|    | 3a                        | Trigger                            |
|    | 4                         | Support member                     |
|    | 5, 15                     | Push member                        |
| 5  | 11                        | Guardrail                          |
|    | 12, 12a, 12b              | Wires                              |
|    | 13                        | Energy absorbing box               |
|    | 21                        | Vehicle stopper apparatus          |
|    | 22                        | Front block body                   |
| 10 | 23                        | Base block body                    |
|    | 31                        | Small high speed boat (motor boat) |
|    | 33                        | Bow                                |
|    | 34                        | Cabin                              |
|    | 41                        | Ropeway gondola                    |
| 15 | 42                        | Gondola main body                  |
|    | 43                        | Floor                              |
|    | 45                        | Floorboard                         |
|    | 51                        | Elevator case                      |
|    | 52                        | Case main body                     |
| 20 | 54                        | Floor                              |
|    | 55                        | Floorboard                         |
|    | 61                        | Elevator apparatus                 |
|    | 62                        | Elevator case                      |
|    | 63                        | Elevator pit                       |
| 25 | 64                        | Bottom surface                     |

66 Push plate

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-224875

(43) 公開日 平成7年(1995)8月22日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|-----|--------|
| F 1 6 F 7/12              |      |         |     |        |
| B 6 3 B 43/18             |      | 7626-3D |     |        |
| B 6 4 C 31/02             |      | 8211-3D |     |        |
| B 6 6 B 5/28              | A    | 9426-3F |     | C7, C8 |
| E 0 1 F 15/00             |      | 7322-2D |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-41905

(22) 出願日 平成6年(1994)2月15日

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 越智 寛

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東  
レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 山極 昌好

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東  
レ株式会社愛媛工場内

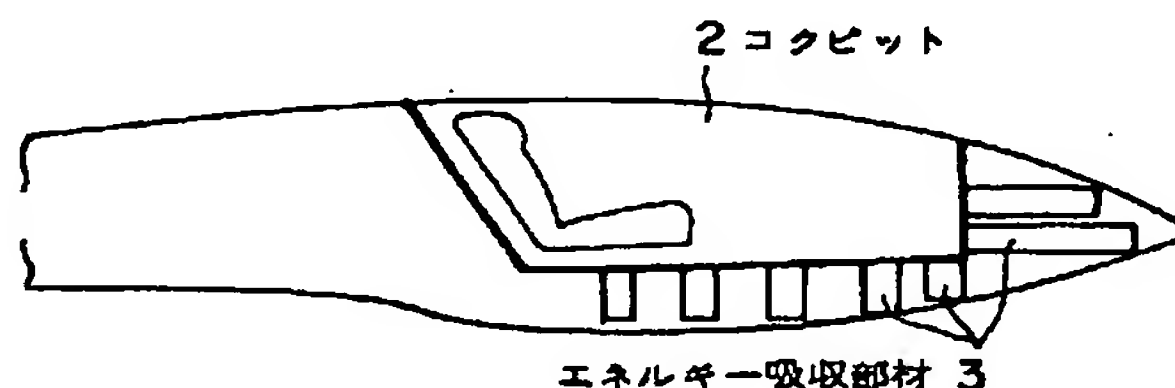
(74) 代理人 弁理士 伴 俊光

(54) 【発明の名称】 衝撃エネルギー吸収装置

(57) 【要約】

【目的】 効率よくエネルギーを吸収できるFRP製エネルギー吸収部材を用いた衝撃エネルギー吸収装置の構造、とくに、それを各種分野に展開した具体的な構造を提供する。

【構成】 衝撃力負荷方向に対向する方向に向けて、自身の圧縮破壊により衝撃エネルギーを吸収するFRP製エネルギー吸収部材3を配設したグライダー1、ガードレール、車両止装置、船艇、ロープウェイゴンドラ、エレベータケース、エレベータ装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部からの衝撃力を自身の圧縮破壊によって緩和するFRP製エネルギー吸収部材を、装置本体に、衝撃力負荷方向に対向して設けたことを特徴とする衝撃エネルギー吸収装置。

【請求項2】 コクピットの前方および下方に、機前方および機下方に向けてFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするグライダー。

【請求項3】 道路に設置されるワイヤ張りのガードレールのワイヤに、ワイヤの緊張方向に向けてFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするガードレール。

【請求項4】 鉄道線路に設置される車両止装置に、車両からの衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とする車両止装置。

【請求項5】 船艇体の少なくとも舳先部に、衝突時の衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とする船艇。

【請求項6】 ゴンドラ本体の床下部に、墜落時の衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするロープウェイゴンドラ。

【請求項7】 ケース本体の床下部に、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするエレベータケース。

【請求項8】 エレベータピットの底面上に、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするエレベータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、各種分野に適用可能な、FRP（繊維強化プラスチック）製エネルギー吸収部材を用いた衝撃エネルギー吸収装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】たとえば、航空機の座席周り等や、自動車の座席周り、バンパー周り、ハンドル周り、各種構造部材に、衝撃エネルギーを吸収するエネルギー吸収部材が用いられる（特開昭60-109630号公報、特開昭62-17438号公報等）。このエネルギー吸収部材には、衝撃エネルギーを良好に吸収できる性能の他、一般に軽量、高剛性であることが要求されることから、樹脂と強化繊維との複合材料、いわゆるFRP、中でも炭素繊維強化プラスチック（以下、CFRPと言うこともある）が適しているとされている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このようなFRP製エネルギー吸収部材を用いた衝撃エネルギー吸収装置においては、エネルギー吸収部材の配置や装置全体構造について未だ十分に検討が進んでいるとは言えず、また、各種産業分野への用途展開も十分に進んでいるとは言えない。

【0004】本発明は、FRP製エネルギー吸収部材に効率よくエネルギー吸収力を発揮させることができる、衝撃エネルギー吸収装置の構造を提供するとともに、それを各種分野に展開したより具体的な構造を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この目的に沿う本発明の請求項1に係る衝撃エネルギー吸収装置は、外部からの衝撃力を自身の圧縮破壊によって緩和するFRP製エネルギー吸収部材を、装置本体に、衝撃力負荷方向に対向して設けたことを特徴とするものからなる。

【0006】本発明に係る衝撃エネルギー吸収装置は、人が乗っている各種移動体に展開でき、該移動体における異常衝撃エネルギー発生時に、乗員の安全を最大限確保するために極めて有効なものとなる。すなわち、本発明の請求項2に係るグライダーは、コクピットの前方および下方に、機前方および機下方に向けてFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするものからなる。

【0007】また、本発明の請求項3に係るガードレールは、道路に設置されるワイヤ張りのガードレールのワイヤに、ワイヤの緊張方向に向けてFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするものからなる。

【0008】また、本発明の請求項4に係る車両止装置は、鉄道線路に設置される車両止装置に、車両からの衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするものからなる。

【0009】また、本発明の請求項5に係る船艇は、船艇体の少なくとも舳先部に、衝突時の衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするものからなる。たとえば、小型高速舟艇等に適用できる。

【0010】また、本発明の請求項6に係るロープウェイゴンドラは、ゴンドラ本体の床下部に、墜落時の衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするものからなる。

【0011】また、本発明の請求項7に係るエレベータケースは、ケース本体の床下部に、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするものからなる。

【0012】さらに、本発明の請求項8に係るエレベータ装置は、エレベータピットの底面上に、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材を設けたことを特徴とするものからなる。

【0013】上記エネルギー吸収部材は、たとえば筒状のFRP製エネルギー吸収部材からなり、好ましくは、その長手方向の少なくとも一端部に、自身の圧縮破壊の起点となるトリガが設けられる。このトリガは、たとえば、FRP製筒状部材の先端部を、先細りとなるように板厚をテーパ状に低下させることにより形成するか、あ

るいは、FRP製筒状部材が先端部で層間剥離を起こしやすいうに、強化繊維層間に層間剥離を助けるための異種部材（例えば離型フィルム）を埋設することにより形成される。

【0014】上記FRP製エネルギー吸収部材においては、樹脂の破断伸度が強化繊維のそれよりも大きいことが好ましい。たとえば、樹脂の破断伸度が強化繊維の破断伸度の1～4倍であることが好ましい。このようにすることにより、効率よく高いを吸収できる。

【0015】また、樹脂のエネルギー解放率 $G_{Ic}$ が100 J/m<sup>2</sup>以上であることが好ましい。このエネルギー解放率 $G_{Ic}$ は、コンパクト試験（CT試験）規格：ASTM-E-399に基づいて測定されるもので、樹脂自身を引き剥がすときのエネルギー解放率を示すものである。エネルギー解放率 $G_{Ic}$ が100 J/m<sup>2</sup>未満であると、樹脂自身が比較的引き剥がされやすいものとなり、高いエネルギー吸収能力を達成するのが困難になる。エネルギー解放率 $G_{Ic}$ を100 J/m<sup>2</sup>以上とすることにより、優れたエネルギー吸収能力を発揮できる。

【0016】

【作用】上記のような衝撃エネルギー吸収装置においては、各種異常事態時に、外部から装置本体に衝撃力が加わるが（ぶつけられる場合とぶつかる場合の両方を含む）、自身の圧縮破壊を介して外部物体からの衝撃力を緩和するFRP製エネルギー吸収部材が、衝撃力負荷方向に対向する方向に向けて設けられているので、エネルギー吸収部材は効率よく圧縮破壊を開始することができるとともに、最も効果的に衝撃エネルギーを吸収できる。したがって、乗員等に衝撃エネルギーが伝達される場合には、伝達される衝撃エネルギーを最小限に抑えることができる。

【0017】また、前記グライダーにあっては、コクピットの前方および下方にFRP製エネルギー吸収部材が設けられているので、例えば胴体着陸時には、衝撃エネルギーが上記エネルギー吸収部材によって効率よく吸収され、パイロットに加わろうとする衝撃力が効果的に緩和される。

【0018】また、前記ガードレールにあっては、進行方向を誤った自動車がガードレールのワイヤに当たると、ワイヤには衝撃的な緊張力が働く。このワイヤの緊張方向に向けてFRP製エネルギー吸収部材が配設されているので、衝撃的な圧縮荷重（つまり衝撃的なワイヤ緊張荷重）が最も効率よくエネルギー吸収部材に受けもたれ、エネルギー吸収部材自身の圧縮破壊を介して上記衝撃エネルギーが効果的に吸収される。

【0019】また、前記車両止装置にあっては、該装置に向けて車両が逸脱し該装置に衝突した時、該装置には衝撃荷重が加わるが、この衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材が配設されているので、衝撃エネルギーが最も効率よくエネルギー吸収部材にかか

り、エネルギー吸収部材自身の圧縮破壊を介して上記衝撃エネルギーが効果的に吸収される。

【0020】また、前記船艇にあっては、船艇体が他船や岸壁に衝突したとき、主としてその舳先部から船艇体に衝撃力が加わるが、船艇体の少なくとも舳先部には衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材が設けられているので、この部分で効率よくかつ効果的に衝撃エネルギーが吸収され、船艇体の他の部位へ伝達される衝撃エネルギーが大きく緩和される。

【0021】また、前記ロープウェイゴンドラにあっては、何らかの原因で万一ゴンドラが墜落したとき、主としてその床面側からゴンドラ本体およびゴンドラ内部に衝撃力が伝達されると予想されるが、ゴンドラ本体の床下部に、衝撃力負荷方向に対向してFRP製エネルギー吸収部材が設けられているので、この部分で効率よくかつ効果的に衝撃エネルギーが吸収され、ゴンドラの他の部位、ゴンドラ内部に伝達される衝撃エネルギーが最小限に抑えられる。

【0022】また、前記エレベータケースにあっては、何らかの原因でケースが墜落したとき、その床面側からケース本体およびケース内部に衝撃力が伝達されることになるが、ケース本体の床下部に、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材が設けられているので、この部分で効率よくかつ効果的に衝撃エネルギーが吸収され、ケース本体の他の部位、ケース内部に伝達される衝撃エネルギーが最小限に抑えられる。

【0023】さらに、前記エレベータ装置にあっては、何らかの原因でエレベータケースが墜落したとき、ケース底面とエレベータピットの底面とが衝突することになるが、エレベータピットの底面上に、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材は設けられているので、該エネルギー吸収部材の圧縮破壊を介して、この部分で効率よくかつ効果的に衝撃エネルギーが吸収されエレベータケース側に加わる衝撃力が大幅に緩和される。

【0024】

【実施例】以下に、本発明に係る衝撃エネルギー吸収装置を、各具体的実施例について、図面を参照して説明する。図1および図2は、本発明に係るグライダーの一実施例を示している。図2において、1はグライダー全体を示しており、グライダー1には、少なくとも1名のパイロットが搭乗するためのコクピット2が設けられている。コクピット2の少なくとも前方および下方には、図2に示すように、機前方および機下方に向けて延びるFRP製エネルギー吸収部材3が複数本づつ設けられている。

【0025】このエネルギー吸収部材3は、例えば図3に示すように形成されており、FRP製の筒状（円筒）部材3から構成され、自身の圧縮破壊を介して衝撃エネルギーを吸収する。本実施例では、エネルギー吸収部材3の長手方向底部側に支持部材4が取り付けられ、上端

側には押圧部材5が設けられている。衝撃エネルギーは、押圧部材5を介してエネルギー吸収部材3に伝達されるが、所定の破壊が望ましい形態で円滑に開始されるように、エネルギー吸収部材3の先端(上端)には、先端部を先細り状のテーパ形状とすることにより、破壊の起点となるトリガが形成されている。但し、FRP製エネルギー吸収部材の形状は、図3に示したものに限定されず、筒状以外の形状、例えば平板状のもの、断面形状が異形のもの等であってもよい。

【0026】なお、エネルギー吸収部材3を構成するFRPは、強化繊維とマトリクス樹脂との複合材料である。FRP製エネルギー吸収部材を構成するマトリクス樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル等の熱硬化性樹脂を使用するが、他の樹脂、たとえば、ポリアミド、ポリカーボネード、ポリエーテルイミド等の熱可塑性樹脂でもよい。また、強化繊維についても、炭素繊維が望ましいが、これに限らず、たとえばガラス繊維、アラミド繊維等を使用することが可能であり、これらを併用することも可能である。さらに、強化繊維の形態についても特に限定されず、一方向層、交差積層、これらの複数層積層、さらには織物の形態であってもよい。

【0027】上記のようなグライダーにおいては、異常事態時に、コクピット2、ひいてはコクピット2内のパイロット等の乗員が、衝撃力から効果的に保護される。例えば胴体着陸時には、コクピット2には、その前方および下方から衝撃力が作用するが、これらの方向における衝撃力は各エネルギー吸収部材3に衝撃圧縮荷重として働き、各エネルギー吸収部材3自身の圧縮破壊を誘発する。この圧縮破壊によって、衝撃エネルギーが効果的に吸収される。エネルギー吸収部材3の配設方向と衝撃力作用方向が実質的に一致しているため、衝撃力は最も効率よく緩和される。

【0028】図4および図5は、本発明に係るガードレールの一実施例を示している。図4において、11は道路の外縁に設置されるガードレール全体を示しており、ガードレール11には、複数本のワイヤ12が張設されている。張設された各ワイヤ12の適当な部位に、エネルギー吸収ボックス13が設けられている。

【0029】各エネルギー吸収ボックス13内には、図5に示すように、筒状のFRP製エネルギー吸収部材14が設けられている。エネルギー吸収ボックス13の一端には、ワイヤ12aの一端が固着されており、ワイヤ12bの一端には、押圧部材15が固着されている。ワイヤ12bは、エネルギー吸収ボックス13の底壁13a側に設けられた穴13bを挿通され、エネルギー吸収部材14の中空部内を挿通された後、押圧部材15へと固着されている。

【0030】上記のようなガードレール11において

は、通常時には、ワイヤ12a、12bは、所定の張力で張設されている。したがって、FRP製エネルギー吸収部材14の底面は、エネルギー吸収ボックス13の底壁13aに当接し、反対側先端のトリガ部14aは、押圧部材15に当接している。

【0031】この状態で、例えば進行方向を誤った自動車がガードレール11に衝突すると、ワイヤ12には衝撃的な緊張力が加わる。このとき、FRP製エネルギー吸収部材14には、エネルギー吸収ボックス13の底壁13aと押圧部材15との間で、衝撃的な圧縮荷重が作用する。この衝撃圧縮エネルギーは、FRP製エネルギー吸収部材14自身の圧縮破壊を介して効果的に吸収される。圧縮破壊は、トリガ14a部分から円滑に進行していく。また、エネルギー吸収部材14は、圧縮荷重負荷方向に対向する方向に向けられているので、上記ワイヤに加わる衝撃的な緊張力が最も効率よく緩和される。なお、FRP製エネルギー吸収部材14自身の構造は、図3に示したものに準じる。

【0032】図6は、本発明に係る車両止装置の一実施例を示している。図において、21は鉄道線路終端部に設置される車両止装置全体を示しており、車両止装置は、逸走車両側に設けられたフロントブロック体22と、後方側のベースブロック体23とを有している。このフロントブロック体22とベースブロック体23との間に、FRP製エネルギー吸収部材24が複数本配設されている。各エネルギー吸収部材24は、逸走車両からの衝撃力負荷方向に対向する方向に配設されている。エネルギー吸収部材24自身の構造は、図3に示したものに準じる。

【0033】このような車両止装置21においては、逸走車両がフロントブロック体22に衝突した際、ベースブロック体23は固定されているので、FRP製エネルギー吸収部材24には圧縮衝撃荷重が加わる。この衝撃荷重が、エネルギー吸収部材24自身の圧縮破壊を介して効果的に緩和される。衝撃荷重に対向する方向にFRP製エネルギー吸収部材24が配設されているため、衝撃エネルギーは最も効率よく吸収される。

【0034】図7は、本発明に係る船艇の一実施例を示しており、小型高速舟艇に適用したものを示している。図において、31は小型高速舟艇(モーターボート)全体を示しており、小型高速舟艇の船艇体の舳先部33に、衝突時の衝撃力負荷方向に対向する方向に向けて、つまり前方に向けて、FRP製エネルギー吸収部材32が複数本設けられている。本実施例では、船艇体前部側にキャビン34が設けられており、エネルギー吸収部材32はその前部側に配設されている。エネルギー吸収部材32自身の構造は、図3に示したものに準じる。

【0035】このような小型高速舟艇31においては、例えば他船や岸壁に衝突した際、主としてその舳先部33から船体全体やキャビン34に衝撃力が加わろうとす

る。しかし、この舳先部33には、衝撃力と対向する方向にFRP製エネルギー吸収部材32が配設されているので、エネルギー吸収部材32の圧縮破壊を介して、上記衝撃エネルギーが効率よくかつ効果的に吸収される。したがって、例えばキャビン34に加わろうとする衝撃力が大幅に緩和される。

【0036】図8は、本発明に係るロープウェイゴンドラの一実施例を示している。図において、41はロープウェイゴンドラ全体を示しており、ゴンドラ本体42の床下部43に、墜落事故時の衝撃力負荷方向に対向する方向（主として上下方向であるが、他の方向を加えてもよい）に、FRP製エネルギー吸収部材44が複数本配設されている。床板45は、ゴンドラ本体42の底板42aに対し、エネルギー吸収部材44を介して相対移動可能に支持されている。エネルギー吸収部材44自身の構造は図3に示したものに準じる。

【0037】このようなロープウェイゴンドラ41においては、何らかの原因で万一ゴンドラが墜落したとき、主として、その底面側からゴンドラ本体42内に衝撃力が伝達されると予想される。しかし、ゴンドラ本体42の床下部43にはFRP製エネルギー吸収部材44が上記衝撃力に対向する方向に向けて配設されているので、この部分でエネルギー吸収部材44の圧縮破壊を介して衝撃エネルギーが効率よくかつ効果的に吸収される。その結果、ゴンドラ本体42内に伝達される衝撃エネルギーが最小限に抑えられる。

【0038】図9は、本発明に係るエレベータケースの一実施例を示している。図において、51はエレベータケース全体を示しており、ケース本体52の上端にはワイヤ53が連結されている。ケース本体52の床下部54には、床板55とケース本体52の底板52aとの間に、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材56が複数本配設されている。床板55は、底板52aに対し、エネルギー吸収部材56を介して相対移動可能に支持されている。エネルギー吸収部材56自身の構造は図3に示したものに準じる。

【0039】このようなエレベータケース51においては、何らかの原因でケース51が墜落したとき、底板52aからケース本体52内に衝撃力が伝達される。しかし、ケース本体52の床下部54には、上記衝撃力に対向してFRP製エネルギー吸収部材56が配設されているので、この部分でエネルギー吸収部材56の圧縮破壊を介して衝撃エネルギーが効率よくかつ効果的に吸収される。その結果、床板55上に伝達される衝撃エネルギーが最小限に抑えられる。

【0040】図10は、本発明に係るエレベータ装置の一実施例を示している。図において、61はエレベータ装置全体を示しており、62はエレベータケース、63はエレベータピットを示している。エレベータピット63の底面64上には、上下方向に延びるFRP製エネ

ギー吸収部材65が複数立設されており、その上に押圧板66が設けられている。エネルギー吸収部材65自身の構造は図3に示したものに準じる。

【0041】このようなエレベータ装置61においては、何らかの原因でエレベータケース62が墜落したとき、ケース62の底面と押圧板66とが衝突する。しかし、押圧板66の下部側には、上下方向に延びるFRP製エネルギー吸収部材65が立設されているので、該エネルギー吸収部材65の圧縮破壊を介して衝撃エネルギーが効率よくかつ効果的に吸収される。その結果、エレベータケース62に加わる衝撃エネルギーが最小限に抑えられる。

【0042】なお、図9に示したエレベータケースの構造と、図10に示したエレベータ装置の構造とを組み合わせれば、より一層の衝撃力の緩和が可能となる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の各種分野に展開できる衝撃エネルギー吸収装置においては、異常時に装置に加わる衝撃エネルギーを極めて効率よくかつ効果的に吸収することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るグライダーの概略部分縦断面図である。

【図2】図1のグライダーの全体斜視図である。

【図3】図1のエネルギー吸収部材の拡大縦断面図である。

【図4】本発明の別の実施例に係るガードレールの正面図である。

【図5】図4のガードレールの拡大部分断面図である。

【図6】本発明のさらに別の実施例に係る車両止装置の側面図である。

【図7】本発明のさらに別の実施例に係る船艇の概略縦断面図である。

【図8】本発明のさらに別の実施例に係るロープウェイゴンドラの概略縦断面図である。

【図9】本発明のさらに別の実施例に係るエレベータケースの概略縦断面図である。

【図10】本発明のさらに別の実施例に係るエレベータ装置の概略部分縦断面図である。

#### 【符号の説明】

1 グライダー

2 コクピット

3、14、24、32、44、56、65 FRP製エネルギー吸収部材

3a トリガ

4 支持部材

5、15 押圧部材

11 ガードレール

12、12a、12b ワイヤ

13 エネルギー吸収ボックス

9

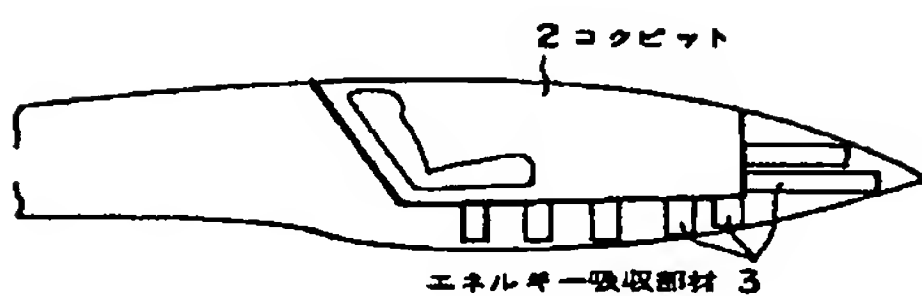
- 21 車両止装置  
22 フロントブロック体  
23 ベースブロック体  
31 小型高速舟艇（船艇）  
33 舳先部  
34 キャビン  
41 ロープウェイゴンドラ  
42 ゴンドラ本体  
43 床下部  
45 床板

10

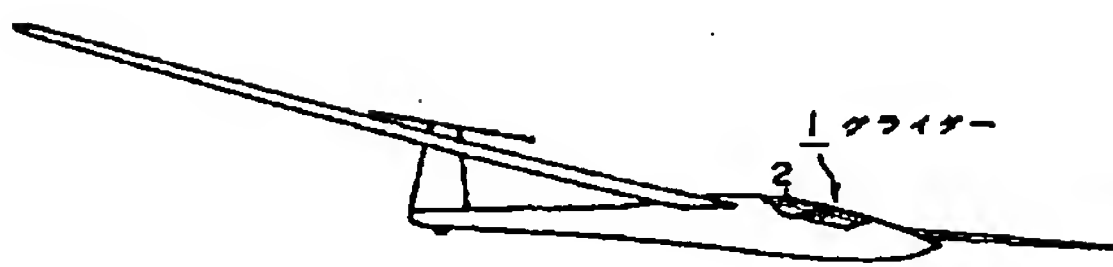
- 51 エレベータケース  
52 ケース本体  
54 床下部  
55 床板  
61 エレベータ装置  
62 エレベータケース  
63 エレベータピット  
64 床面  
66 押圧板

10

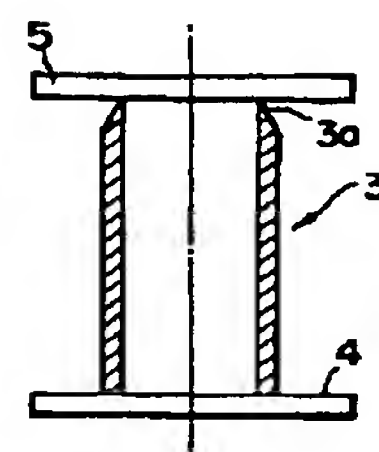
【図1】



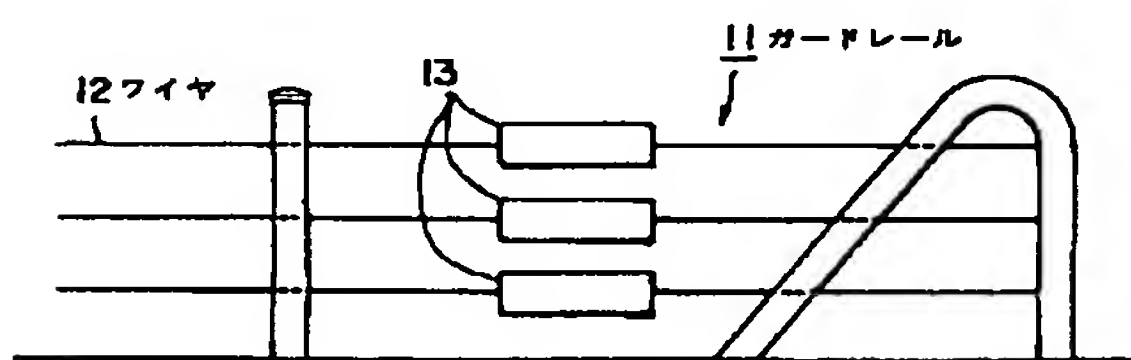
【図2】



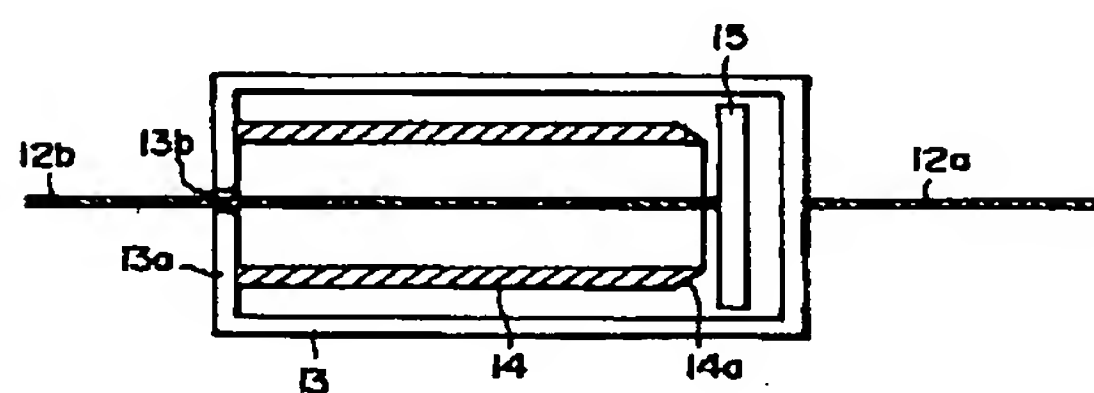
【図3】



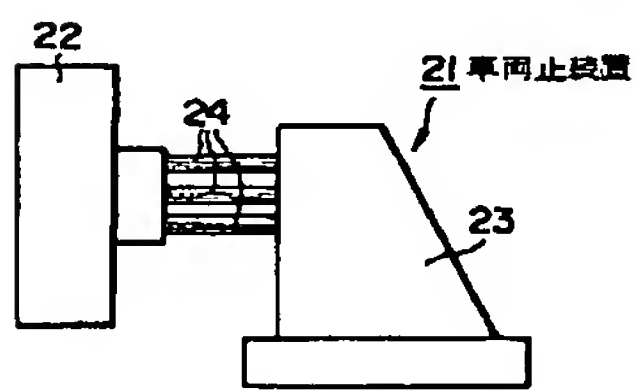
【図4】



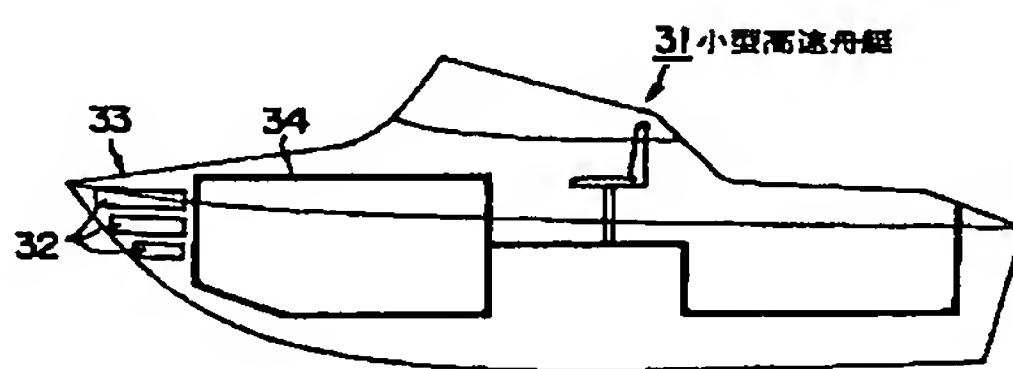
【図5】



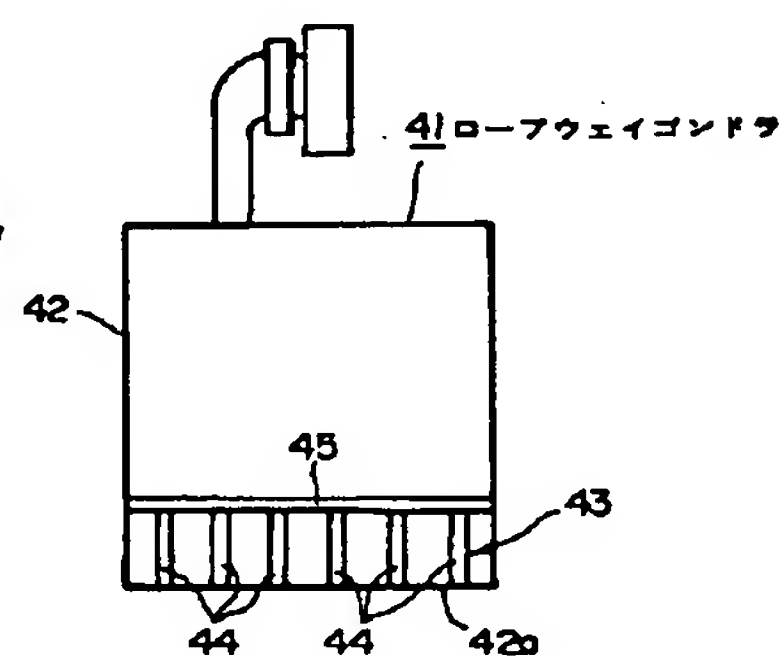
【図6】



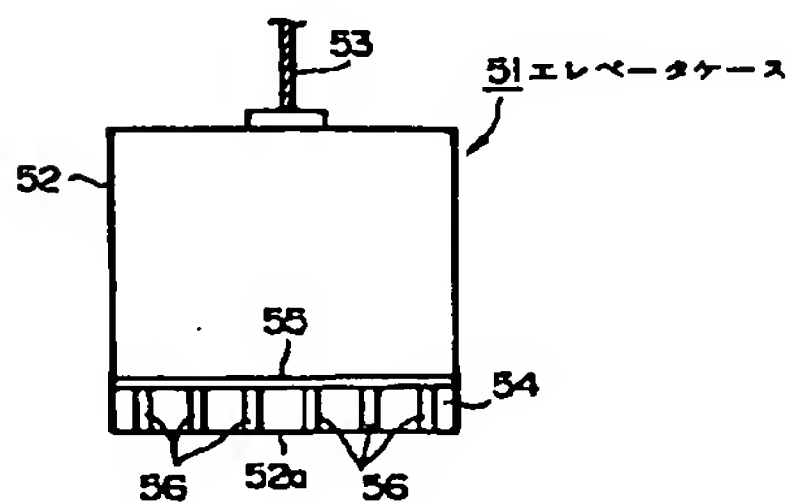
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

